

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

ESTUDIO GEOTECNICO Y DE SUELOS
“CENTRO DE DASARROLLO INFANTIL”
CALEE 74 N° 102B



Propietario

MUNICIPIO DE APARTADO

ESTUDIO REALIZADO POR:
JORGE HUMBERTO RESTREPO SALAZAR
Ingeniero Civil

NOVIEMBRE DE 2013

1. INTRODUCCION

Para llevar a cabo la construcción del Centro de Desarrollo Infantil en el barrio 20 de Enero del municipio de Apartadó, en un lote ubicado en la carrera 74 con la calle 102B, se adelanta los estudios geotécnicos y de suelos, que para tal efecto se adelantaron las actividades de campo, laboratorio y oficina, y los análisis geotécnicos, enfocados a recomendar el sistema de fundación técnico económico más adecuado para las estructuras proyectadas.

El presente informe contiene la descripción de los trabajos realizados en el campo; se presentan los resultados obtenidos y se formulan las conclusiones y recomendaciones orientadas a garantizar la seguridad y estabilidad de las obras, desde el punto de vista geotécnico.

2. EXPLORACION DE CAMPO

Esta se llevó a cabo mediante la apertura de tres (3) perforaciones excavados mecánicamente con perforación estándar (SPT), con profundidades promedias de 6 metros lineales. Todo lo anterior se acompañó de reconocimientos detallados de la zona del proyecto y sus vecindades. Durante la ejecución de los sondeos (perforaciones) se recuperaron muestras necesarias a distintas profundidades, de los materiales que servirán de apoyo a las estructuras a construir; de cada sondeo se evaluó la estratigrafía y la posición del nivel freático (superficie piezométrica). De cada perforación se obtuvieron preservadas en bolsa y tubos plásticos muestras de suelo alteradas, las cuales se llevaron al laboratorio para realizarles los ensayos de propiedades limite y caracterización, que nos permitieron determinar otras características de los suelos estudiados, y así correlacionar la capacidad portante de los diferentes estratos encontrados.

Con todo lo anterior se determinó el diagnóstico geotécnico que permitió emitir las recomendaciones técnicas más adecuadas para la construcción de la infraestructura del proyecto.

El presente informe contiene los resultados del estudio del suelo donde se proyectan las obras de construcción del Centro de Desarrollo Infantil:

- Los resultados de la exploración de campo
- Registro fotográfico de los trabajos de exploración
- Resultados de los ensayos y trabajos de laboratorio de suelos
- Análisis geotécnico del diseño de la cimentación de la estructura
- Las conclusiones y recomendaciones para la proyección de la obra

- Recomendaciones para el manejo constructivo y técnico de las cimentaciones propuestas

3. RECONOCIMIENTO DEL LUGAR

El Municipio de Apartadó está localizado en el extremo noroccidental del departamento de Antioquia (figura 1), en la subregión de Urabá, a 344 km de la ciudad de Medellín.

Apartadó se encuentra situado en el pie de monte de la serranía de Abibe y en el valle aluvial del río León, con una extensión de 600 Km², limitando al norte y oeste con el municipio de Turbo, al este y siguiendo con la cumbre de la serranía de Abibe con el Departamento de Córdoba y por el sur con el municipio de Carepa

Apartadó tiene una temperatura promedio de 28°C, con un rango de alturas entre los 5 y los 1.100 msnm, la cabecera se encuentra a 25msnm, contando con una precipitación promedio entre 2.000 y 4.000mm al año, caracterizándose por lluvias de gran intensidad y corta duración.

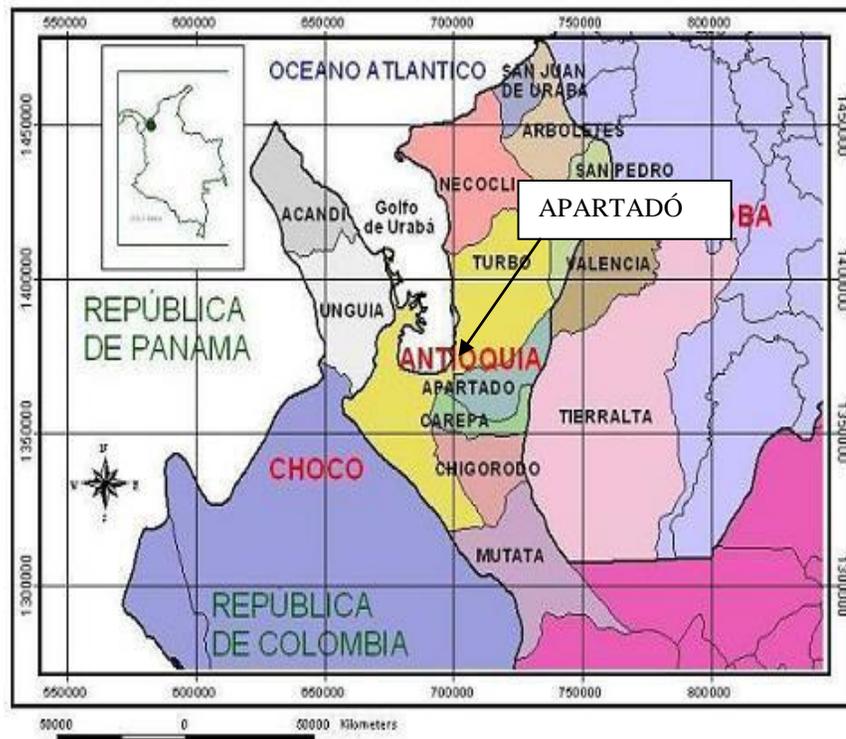


FIGURA 1. Localización del municipio de Apartadó en la zona de Urabá

El lote en estudio, es un lote plano, ubicado al nor-oriente de la cabecera municipal, dentro del barrio 20 de Enero; Limitando por el norte y el oriente con predio de Corbanacol, por el occidente con la carrera 74, por el sur con la calle 102B (proyección).

Este lote, según el plan de ordenamiento territorial, no se encuentra dentro de ninguna zona de alto riesgo. Hace parte del plan parcial “El Porvenir”.

Para el desarrollo del estudio geotécnico se procedió a efectuar una visita de campo, para identificar visualmente el terreno del lote designado y con base en esto determinar los sectores que serían objeto de auscultaciones puntuales para extraer las correspondientes muestras de suelo y/o roca que pudieran dar lugar a las recomendaciones para la fundación de la estructuras que se proyectan en el sitio

4. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en construir un Centro de Desarrollo Infantil de un solo piso o nivel en altura. La estructura proyectada, transmitirá las cargas al suelo a través de estructura tipo pórticos, que a su vez transmitirán las cargas al suelo mediante cimentaciones (superficiales o profundas) apoyadas en estratos resistentes a las cargas transmitidas.

Para las estructuras de un solo nivel se presentas cargas del orden de 25 a 30 tn, por columnas.

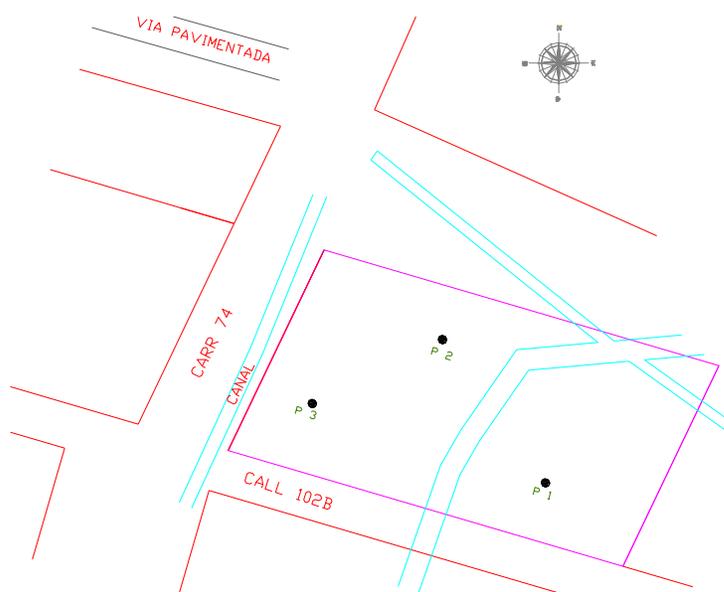


Figura 2: Ubicación de las perforaciones en el lote

5. LITOLOGIA, GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Las características geológicas juegan un papel importante en los usos potenciales del territorio, ya que tienen un papel determinante en los tipos de suelos, las amenazas de tipo natural que puedan presentarse y la morfología de la región.

En este capítulo se hará una breve descripción de los tipos de roca predominantes en el Municipio de Apartadó, su disposición y rasgos estructurales y los posibles recursos a los que se encuentran asociadas cada una de estas litologías.

En el Municipio se pueden diferenciar de Oriente a Occidente varios tipos de roca de acuerdo a su origen, edad y composición, las descripciones serán relacionadas con respecto a las Macrounidades geomorfológicas descritas a continuación.

MACROUNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE SERRANIA

Rocas Volcánicas básicas (Ksvx)

Se localizan en el sector más oriental del Municipio, prolongándose en una franja angosta con dirección NE a NS hasta el Municipio de Mutatá.

Normalmente, está conformado por basaltos, tobas, brechas, chert y shales. Estas rocas volcánicas se han relacionado con la Formación Barroso del Grupo Cañasgordas, el cual es un conjunto de rocas de edad cretácea que se originó posiblemente bajo un ambiente de arco de islas y que fue acrecionado posteriormente al margen continental de la placa Suramérica (CIA, 1997).

MACROUNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE SERRANIA Y PIEDEMONTE

Rocas Sedimentarias Terciarias (T2)

Este conjunto conforma toda la macrounidad llamada Piedemonte y un sector de la Serranía. El aporte de sedimentos ha provenido esencialmente de las rocas Vulcano-sedimentarias de la Serranía. Las rocas encontradas son areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente continental de carácter fluvial, en los que se alternaron regímenes de energía media a alta con periodos de tranquilidad. De acuerdo al proyecto “Evaluación del aguas subterránea en la región de Urabá” realizado por INGEOMINAS en 1995, se han agrupado parte de las rocas de la formación Corpa de edad Plioceno Superior a Holoceno en los siguientes conjuntos:

- Areniscas y lodolitas (T2A): Areniscas de color amarillo grisáceo, de grano fino a medio y compuestas por cuarzo, basaltos, chert negro, las cuales se encuentran interestratificadas con capas de lodolitas friables de color gris azulado claro.

- Areniscas y conglomerados (T2B): Las areniscas tienen las mismas características del conjunto T2A, con la diferencia de que se encuentran interestratificadas con capas de conglomerados conformados por cuarzo y basaltos en una matriz arenosa.

- Lodolitas con lentes de conglomerados (T2C): Conformada por capas discontinuas de lodolitas de color gris azulado intercaladas con capas discontinuas de conglomerados. Este conjunto aflora en el flanco más occidental de la Serranía de Abibe, formando las colinas bajas que se encuentran a lo largo de la carretera Juradó-Turbo.

MACROUNIDAD GEOMORFOLÓGICA LLANURA ALUVIAL

Rocas ígneas terciarias

Son cuerpos que forman cerros testigos con una elevación inferior a 50 metros, Su composición corresponde a una cuarzodiorita con variaciones a diorita y podría estar relacionado genéticamente con el batolito de Mandé

MACROUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS ABANICO Y LLANURA ALUVIAL

Sedimentos Cuaternarios (Q)

El cuaternario en el Municipio está conformado por depósitos de origen aluvial y/o coluvial relacionados con la dinámica de los principales ríos (Apartado y León) y por la gran llanura aluvial de Mutatá-Turbo. Sobre estos depósitos se encuentran asentados la cabecera.

En particular la cabecera municipal se encuentra localizada sobre un abanico aluvial conformado por materiales no consolidados areno-gravillosos, los cuales gradan a un estrato grueso de limos arcillosos y arcillas hacia la base de la secuencia (INGEOMINAS, 1993)

Rasgos estructurales

Los rasgos estructurales están relacionados con las deformaciones que sufren los estratos de roca producto de esfuerzos, movimientos o la forma y ambientes de depositación (marinos, fluviales, lacustres, etc.). La región de Urabá, y en general todo el Noroccidente colombiano, está sometido al efecto de fallas activas y

fuertes deformaciones producto de la influencia de por lo menos tres placas tectónicas y dos bloques: placa Nazca, placa Caribe, placa Suramérica, bloque Panamá y bloque Andino. La diferencia de estos últimos con las placas está determinada por el tamaño y porque las placas tienen por definición su base marcada por una temperatura de 1330 °C. (Estrada, 1998).

Este marco tectónico de carácter compresivo produce a un nivel regional plegamientos y deformaciones en las rocas como los que se encuentran en las rocas terciarias de piedemonte y en la Serranía de Abibe, esta última conformada por un conjunto de colinas plegadas separadas por depresiones que se prolongan en dirección Norte-Sur. Relacionado con esta deformación, al Oriente del Municipio se encuentra la falla de Abibe, la cual levanta tectónicamente el lado Oriental de la Serranía a lo largo del plano de falla, esta falla que posee una dirección N-S a N-20W y se encuentra separando rocas volcánicas cretácicas y rocas sedimentarias terciarias. De acuerdo a la deformación en terrazas holocénicas, se ha sugerido actividad reciente para esta falla. (Woodward & Clyde según CIA, 1997).

Geomorfología

En el área de estudio han existido procesos morfodinámicos que han determinado en buena parte las diferentes formas del relieve. Dentro de estos procesos están la formación de la Serranía de Abibe, la depositación de sedimentos en ambientes marinos y continentales y el efecto modelador de los ríos. Estos factores sumados a otros como el clima y la actividad antrópica dan como resultado la geomorfología actual del territorio.

Una unidad fisiográfica es una gran extensión del terreno que tiene características geológicas y estructurales similares, que hacen de ella un gran conjunto geológico estructural. Partiendo de un marco regional en el que se tienen dos unidades fisiográficas que son la Serranía de Abibe y la Llanura costero-aluvial

Sismicidad

La zona del Darién, está localizada dentro de una de las zonas sísmicas más activas del hemisferio, zona denominada anillo circunpacífico y corresponde al empalme del océano pacífico con el suelo continental, convergiendo en esta zona las placas Nazca, Suramérica y Caribe, que hacen que se confluyan grandes esfuerzos por los desplazamientos de estas placas, que finalmente se manifiestan en fallas, plegamientos y eventos sísmicos de alta intensidad y frecuencia. Tanto es así que mirando el registro sismológico del departamento, en la región de Urabá, en límites con el departamento del Choco, se registra la mayor ocurrencia de movimientos telúricos de los últimos tiempos.

Históricamente, la región de Urabá ha estado afectada por amenazas sísmicas, como se puede observar en la figura 3 (Escallón et al), donde se muestra una distribución de epicentros que se viene sosteniendo de acuerdo a estudios recientes como los de la RSNC (1993-1995) y que tiene gran incidencia sobre la región y específicamente sobre el municipio de Apartadó

Aparte de las fallas locales descritas, las principales fallas en la zona que pueden ser causantes de movimientos sísmicos, se pueden observar en la figura 4 son :

Falla de Murindó: presenta una extensión aproximada de 90 km con dirección norte-sur; afecta rocas con edades desde el Cretáceo hasta el presente; esta falla presenta un movimiento sinextral, producto del movimiento de la Placa Caribe hacia el sureste (Martínez et. al, 1995).

-Falla de Uramita: Se localiza hacia la zona oriental del Golfo de Urabá, y se extiende hacia el sur con una dirección aproximada norte-sur. Esta falla presenta actividad reciente (según estudios de Woodward & Clyde en Martínez et. al, 1995).

-Falla Atrato: En la actualidad no se conoce lo suficiente acerca del carácter de esta estructura, ya que su actividad aun no ha sido comprobada (Martínez et. al, 1995).

- La actividad sísmica que está asociada al proceso de subducción de la placa Nazca en el borde del océano Pacífico

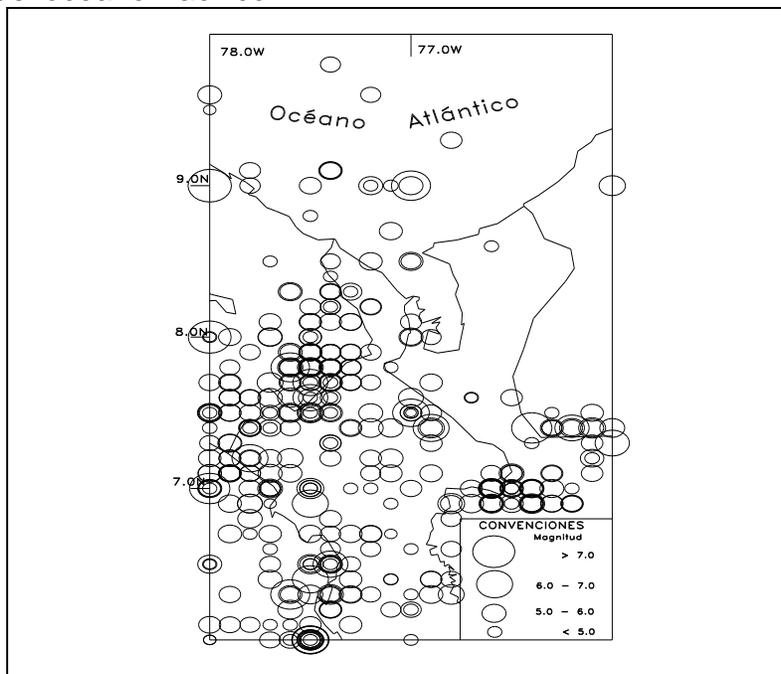


Figura 3: Sismicidad de la región de Urabá en el periodo 1750-1990

El estudio general de amenaza sísmica de Colombia, publicado en 1996, por la asociación Colombiana de ingeniería sísmica, ha enmarcado a Apartadó como a todos los municipios del eje central de Urabá dentro de una zona de amenaza sísmica alta y esto es corroborado dentro de la NSR 10, en donde se muestra la cabecera municipal de Apartadó dentro de la zona de amenaza sísmica alta. Figura 5, por lo tanto se pueden esperar aceleraciones laterales $> 0,20g$

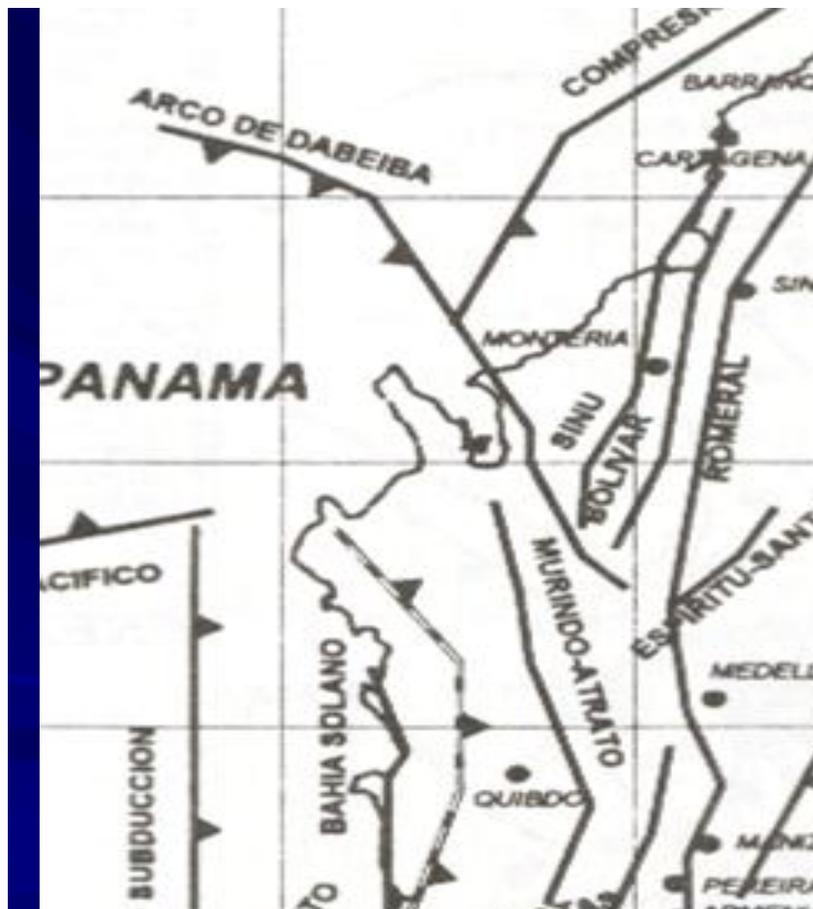


Figura 4: Localización de las principales fallas geológicas en la zona de Urabá

Concretamente, el A_a para Apartadó es $0,25g$, es decir fuerzas sísmicas con una aceleración del 25% de la gravedad. Que es bastante significativa y por lo que se deben tomar todas las precauciones del caso en el diseño y construcción de las edificaciones en esta zona por riesgo de amenaza sísmica.

Aa de 0,25 representa aproximadamente, la aceleración que se alcanzaría a nivel del manto de roca subyacente del suelo, para eventos sísmicos de 6,5 de magnitud, con epicentro a 20km,

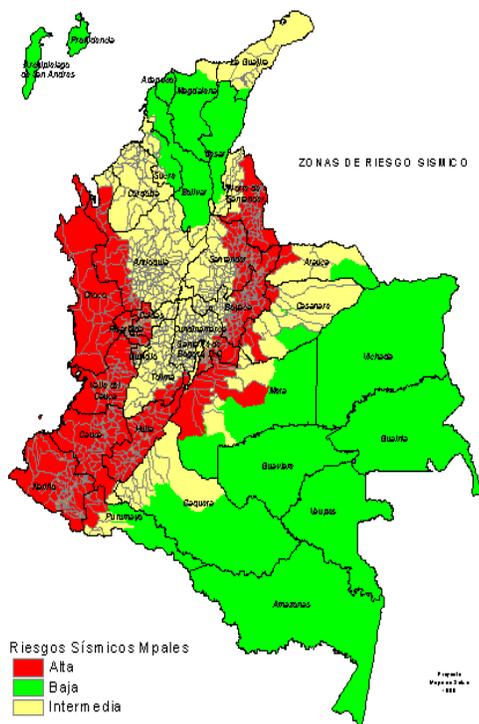


Figura 5 Zonas de amenaza sísmica en Colombia

6. TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.

Este comprendió la realización de tres (3) perforaciones mediante el Ensayo de penetración Estándar (S.P.T, norma ASTM (D1586-84), que consiste en un método dinámico de exploración del subsuelo, donde se hace el hincado de un muestreador por medio de golpes de un martillo estandarizado, en donde de acuerdo al número de golpes N, que se necesitaron para hincar el muestreador una determinada longitud, se puede interpolar la resistencia o capacidad de soporte del suelo.

El equipo utilizado para el ensayo, fue el muestreador Estándar llamado también muestreador de media caña, que se conecta a las barras de perforación para tomar las muestras que normalmente, son alteradas por la modificación que se

produce al subsuelo los impactos, pero bastante representativas del suelo extraído.

El equipo tiene las siguientes características:

N= N° de golpes para incar 30 cm.

Peso de golpeador 140 lbs (63.28 kg)

Altura de caída 30" (75.6 cm)

Diámetro exterior del muestreador 60.32 mm

Diámetro interior del muestreador 42.00 mm

Longitud del muestreador 1000 mm

El numero de penetración Estándar, obtenido mediante el ensayo, es el numero de golpes que da el martinete o golpeador en la parte superior de la barra para en hincado de los últimos dos intervalos de tres (intervalos de 6 pulgadas). Este número (N) tiene diversos factores que dependiendo del tipo de equipo y procedimiento aplicado pueden arrojar imprecisiones. Por lo cual se estuvo muy atento a garantizar los lineamientos del S.P.T. tal que se obtuvieran unos valores de N acordes a la capacidad del terreno.

Las muestras tomadas se retiraron, tratando de alterarlas lo menos posible y se colocaron dentro de bolsas plásticas para conservar su humedad natural y se llevaron al laboratorio (Suelos y Suelos), en donde se hizo la descripción de las muestras y se realizaron los ensayos del suelo de los estratos considerados resistentes, como se muestra en el anexo 1 de resultado de ensayos.



Ilustración 1. Procesos de muestreo (S.P.T) para extracción de muestras para ensayos geotécnicos.

A partir de las muestras obtenidas en las perforaciones se ejecutaron los siguientes procedimientos en el laboratorio de suelos.

- Inspección visual y comparación con la descripción realizada en el campo.
- Determinación de los Límites de Atterberg y lavado sobre malla #200, con el objeto de obtener las propiedades índice de los geomateriales presentes en el subsuelo, con base en los sistemas de clasificación de suelos unificado (U.S.C)

7. CLASIFICACION Y CARACTERIZACION DE SUELOS

A partir de la investigación de campo y los resultados de laboratorio, se pueden definir, que en términos generales el comportamiento geomecánico del suelo presenta cierta uniformidad. Los suelos encontrados son de origen aluvial, producidos por los procesos antrópicos y de sedimentación del río Apartadó, como resultado de la depositación de capas de suelos finos y gruesos durante la acción de diferentes fenómenos hidrodinámicos.

En el sitio del proyecto, se encontraron predominantemente limos y arcillas arenosas de diferentes colores y consistencias

De acuerdo con la información tomada en campo y a los ensayos de laboratorio se elaboran los siguientes perfiles estratigráficos desde la superficie hasta la profundidad de perforación (figuras 6, 7 y 8)

ZONA DEL PERFORACION P-1



JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

A continuación se presentan las características geomecánicas estrato, según el sondeo realizado a una profundidad de 7 m:

SONDEO Nº 1 de 3 NIVEL DE AGUA 1.85 m							
PROFUNDIDAD	Nº	DESCRIPCIÓN	Nº	ANG DE	CAPACIDAD	INDICE	CLASIFICACIÓN
AD (MTS)	GOLPES	LITOLÓGICA	MUESTRA	FRICCIÓN	PORTANTE	PLÁSTICO	U.S.C.S
					Tn/m ²		
		ARCILLA CAFÉ					
-1.0				15	0		
	3	ARCILLA CAFÉ					
	4						
-2.0	4			25.95	3.04		
	4						
	4						
-3.0	3	LIMO CAFÉ		25.25	2.66	29.5	MH
	6						
	7						
-4.0	8	ARCILLA CAFÉ Y GRIS.		30.00	5.7		
	4						
	4						
-5.0	5			26.62	3.42		
	6						
	5						
-6.0	6	ARCILLA CAFÉ Y GRIS.		26.49	4.18	27.2	MH
	9						
	11						
-7.0	10			32.75	7.98		

Se encuentra en una profundidad de 6 metros una capa limo arcillosos color café con gris, capa en general de arcilla limosa en todo el estrato (-7.0m de prof). Esto hace del suelo un suelo tipo licuable que se debe tener en cuenta para los cálculos estructurales. La capacidad portante del suelo hasta los 3 m, es de 3.0 tn/m².

ZONA DEL PERFORACION P-2



A continuación se presentan las características geomecánicas del segundo sondeo realizado también a 6 m de profundidad.

SONDEO Nº 2		de 3		NIVEL DE AGUA		1.85 m	
PROFUNDIDAD (MTS)	Nº GOLPES	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	Nº MUESTRA	ANG DE FRICCIÓN	CAPACIDAD PORTANTE Tn/m ²	INDICE PLÁSTICO	CLASIFICACIÓN U.S.C.S
		ARCILLA CAFÉ		0	0		
-1.0				15	0		
	6						
	5						
-2.0	5			27.25	3.8		
	6	LIMO CAFÉ		11	11		
	6						
-3.0	5			27.85	4.18	30.6	MH
	4						
	5						
-4.0	6	ARCILLA GRIS		27.85	4.18		
	8			19.00	19		
	8						
-5.0	11			31.88	7.22		
	10	ARCILLA Y ROCA					
	10						
-6.0	11			32.75	7.98	37.4	MH

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

En general encontramos un suelo limo arcilloso, color café con motas grises. Presenta características plásticas. En general es un suelo de capacidad portante deficiente y es necesario mejorarlo con reemplazo con llenos compactados. La capacidad portante hasta los 3m es de 3.5 tn/m².

ZONA DEL PERFORACION P-3



A continuación se presentan las características geomecánicas del segundo sondeo realizado también a 6 m de profundidad.

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

SONDEO N°		3		de 3		NIVEL DE AGUA		1.70m	
PROFUNDIDAD	N°	DESCRIPCIÓN	N°	ANG DE	CAPACIDAD	INDICE	CLASIFICACIÓN		
AD (MTS)	GOLPES	LITOLÓGICA	MUESTRA	FRICCIÓN	PORTANTE	PLÁSTICO	U.S.C.S		
					Tn/m ²				
		ARCILLA CAFÉ							
-1.0				15	0				
	5								
	6								
-2.0	6			28.42	4.56				
	8								
	8								
-3.0	9	ARCILLA GRIS		30.97	6.46	26.7	MH		
	6								
	7								
-4.0	7	LIMO CAFÉ		29.49	5.32				
	8								
	7								
-5.0	8			30.00	5.7				
	8								
	9								
-6.0	9			31.43	6.84	37.1	MH		

En general encontramos un suelo limo arcilloso, color café con motas grises. Presenta características plásticas. En general es un suelo de capacidad portante deficiente y es necesario mejorarlo con reemplazo con llenos compactados. La capacidad portante hasta los 3m es de 4.5 tn/m².

En resumen: Hasta los 6 metros de profundidad se encuentra un solo estrato de suelo que es arcilla limosa clasificado como MH (clasificación Unificada), con un ángulo de fricción para la capa limo arcillosa es de 30°, para una profundidad hasta los 7.

La capacidad portante de la capa de arcilla es de 3.2 ton/m² hasta los 3 metros y de 5 tn/m² desde los 3 hasta los 6 m.

Teniendo en cuenta que en la capa superficial la capacidad portante es de 2.8 tn/m²

8. FORMULA UTILIZADAS EN CALCULOS

En la geotécnica y estudio de suelos, existe unas formulas algunas empíricas y otras con desarrollo ingenieril, que relacionan los ensayos de penetración estándar, con los parámetros geotécnicos de los suelos.

Resistencia a la compresión (σ)

Hay muchas fórmulas para calcular una capacidad de soporte; sin embargo, el criterio de multiplicar el número de golpes por un factor de 1,33 resulta una rápida, buena y eficiente manera de calcularla; este valor de 1,33 está ampliamente demostrado por Meyerhoff al calcular capacidad portante a partir de ensayos de penetración estándar SPT.

Con base en los resultados de la penetración estándar SPT tenemos: Capacidad portante = $N \times 1,33 / 3,5$ (factor de seguridad para escuelas)

Para la resistencia a la compresión utilizaremos la tabla de equivalencia desarrollada por SANGLERAT en 1967, la cual tiene las siguientes equivalencias:

SUELO	DESIGNACION	Nº DE GOLPES S.P.T	CARGA KG/CM ²
Arena y limón	Muy suelto	0-4	0.2
“	Suelto	4-10	0.2-1.1
“	Medio	11-30	1.1-2.9
“	Compacto	31-50	2.9-5.1
“	Muy compacto	>50	5.1-6.3
Arcillas	Muy blanda	0-2	0.27
“	Blanda	3-5	0.27-0.55
“	Media	6-15	0.55-2.20
“	Firme	16-25	2.20-4
“	Dura	>25	4-8.8

Esta tabla de equivalencia, tiene una desviación no mayor del 10% con respecto a la desarrollada por TERZAGHI y PECK.

Para este tipo de suelo, tenemos una designación de consistencia media.

Resistencia a la Fricción (f)

Para resistencia a la fricción, utilizaremos la formula desarrollada por MEYERHOF, el cual desarrolla las siguientes formulas:

$F = 0.2N$ (MAX 10 ton/m²) para pilotes hincados

$F = 0.6N$ (MAX 5 ton/m²) para pilotes vaciados

$F = 0.8N$ (MAX 8 ton/m²) para pilotes vaciados e inyectados

Estas equivalencias tienen una desviación del 15% con respecto a las equivalencias de TERZAGHI y PECK.

Angulo de Fricción (Φ)

Para este Angulo usaremos la formulas de DUNHAM y OSAKI:

- 1) $\Phi = \sqrt{12N + 25}$ (Dunham) para arenas
- 2) $\Phi = \sqrt{15N + 15}$ (Osaki) para arcilla

Las desviaciones de estas formulas son del orden de 20%,

Prueba de Penetración Estándar (S.P.T.)

Las pruebas de penetración estándar S.P.T. se hicieron de acuerdo a la siguiente norma, que incluye los siguientes parámetros:

N= N° de golpes para incar 30 cm.

Peso de golpeador 140 lbs (63.28 kg)

Altura de caída 30" (75.6 cm)

Diámetro exterior del muestreador 60.32 mm

Diámetro interior del muestreador 42.00 mm

Longitud del muestreador 1000 mm

Con base en los resultados de la penetración estándar SPT es que encontramos:
Capacidad portante = $N \times 1,33 / 3.5$ (factor de seguridad para locales escolares)

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en la caracterización Geológica, Geotécnica y de Suelos de la zona del proyecto y en la magnitud de las obras a construir.

9.1 CIMENTACIONES

9.1.1 Cimentación directa sobre zapatas individuales

Esta alternativa resulta factible en caso de que las estructuras se diseñen aporticadas; siendo así, las siguientes son las recomendaciones a tener en cuenta:

- Estrato de cimentación: limo arcillosos café y gris.

- Profundidad de desplante de la cimentación: Del orden de 1.50 a 2.0 metros contado a partir del nivel actual del terreno.
- Tipo de cimentación: Zapatas individuales sobre un reemplazo en material de afirmado y/o sub-base con un espesor de 0.50 en material granular compactado.
- Capacidad portante del suelo de cimentación: 3.2 tn/m²
- Asentamiento permisible: 1”
- Densidad del suelo de cimentación: 1,35 ton/m³

9.1.2 Cimentación directa sobre vigas continuas o Zapata corrida

Esta alternativa resulta factible en caso de que las estructuras se diseñen en mampostería estructural; siendo así, las siguientes son las recomendaciones a tener en cuenta:

- Estrato de cimentación: Limo arcilloso café y gris.
- Profundidad de desplante de la cimentación: Entre 1.20 y 1,60 metro contado a partir del nivel actual del terreno.
- Tipo de cimentación: Vigas continuas o zapata corrida sobre reemplazo en material de afirmado y/o tipo sub-base con espesor de 0.50 en material granular compactado.
- Capacidad portante del suelo de cimentación: 3.0 ton/m²
- Asentamiento permisible: 2”
- Densidad del suelo de cimentación: 1,35 ton/m³

Recomendaciones:

El reemplazo bajo la viga en material de afirmado y/o material tipo sub-bases es con el fin de incrementar la capacidad de soporte y garantizar un apoyo uniforme y debe de ser bien compactado.

9.1.3 Cimentación directa sobre losa flotante

Esta alternativa resulta factible ya que permite apoyar las columnas, los muros divisorios y muros estructurales sobre la losa flotante; siendo así, las siguientes son las recomendaciones a tener en cuenta:

- Estrato de cimentación: Limo arcilloso café.
- Profundidad de desplante de la cimentación: Superficial entre 0.80 y 1.0 metro sobre un reemplazo en material de afirmado y/o sub-base previo retiro de la capa vegetal.
- Tipo de cimentación: Losa de cimentación sobre el material granular compactado como reemplazo con espesor del orden de 0,40 mts.
- Capacidad portante del suelo de cimentación: 3.0 ton/m²
- Asentamiento permisible: 2.0"
- Densidad del suelo de cimentación: 1,35 ton/m³

Recomendaciones:

El reemplazo bajo la losa es con el fin de garantizar un apoyo uniforme bajo la misma y aumentar o mejorar la capacidad portante del suelo ya que al realizar un reemplazo con material de lleno compactado, se garantiza este mejoramiento.

9.1.4 Justificación losa de cimentación

Cuando la resistencia del terreno de cimentación es muy baja, o las cargas sean muy altas, las áreas requeridas para el apoyo de la cimentación debe aumentarse, llegando al empleo de grandes áreas de cimentación, incluso mayor al área en planta de la construcción. Las losas de cimentación tienen ciertas ventajas ya que junto con los muros laterales de las construcciones actúan como barcazas; el peso de la tierra excavada antes de colocar la cimentación se puede restar del peso total de la construcción, lo que permite que se reduzcan considerablemente los asentamientos. Adicionalmente, las losas de cimentación actúan como zapatas corridas en ambas direcciones y, por consiguiente, pueden servir como puente sobre zonas blandas, con lo que se obtiene un apoyo más uniforme para las estructuras.

Ahora bien, debido a que los asentamientos diferenciales en una losa son menores que los de cimentaciones sobre zapatas individuales proyectadas para la

misma presión del suelo, es razonable permitir presiones mayores en la losa de cimentación.

9.1.5 Predicción de asentamientos en losas

Las construcciones apoyadas en losas cerca o bajo el nivel freático (como es nuestro caso), sufren el empuje de la sub-presión o flotación hidrostática; el efecto benéfico de la flotación se toma automáticamente en cuenta para calcular la presión neta. En muchos casos, el asentamiento está gobernado por las condiciones que prevalezcan durante la construcción, más que por las que prevalezcan al final de ella.

Durante la construcción, el nivel freático generalmente se abate por debajo de la base de la losa de cimentación, si luego se sube a un nivel mayor por el incremento en las lluvias entre otras, la presión global del suelo se reduce por la sub-presión igual a toda la carga hidráulica en la base. Simultáneamente, el peso efectivo se reduce en la misma cantidad; por lo tanto, la sub-presión no influye en la presión neta global.

9.2. EXCAVACIONES

Las excavaciones para las cimentaciones, se recomienda sean realizadas en forma manual, máxime que la mano de obra del lugar es económica y suficiente.

9.3. LLENOS

Los llenos que se requieran para la adecuación de la obra, se deberán conformar con materiales libres de materia orgánica, basuras, lodos o terrones de arcilla. Los materiales provenientes de las excavaciones los consideramos no adecuados para tal fin; sin embargo, en la medida que se obtengan materiales adecuados de las excavaciones estos podrán utilizarse para algunos llenos secundarios siempre y cuando se tenga el visto bueno por parte de la interventoría.

9.4. PARAMETROS SISMICOS

El lote en estudio no presenta problemas desde el punto de vista de la sismicidad siempre y cuando se respeten las conclusiones y recomendaciones dadas en este informe. Para efectos de análisis sismorresistente se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros:

Tipo de perfil del suelo	TIPO D Según NSR 2010
Coeficiente de aceleración pico efectiva A_a =	0.25
Coeficiente de velocidad pico efectiva A_v =	0.25

Coefficiente de ampliación periodo corto Fa=	1.3
Coefficiente de ampliación periodo intermedio Fv=	1.9

9.5. RECOMENDACIONES DE LOS MATERIALES.

Los materiales a utilizar en la obra, deberán previamente ser sometidos a ensayos de laboratorio para su aprobación por parte de la Interventoría; además, durante el proceso constructivo se debe realizar el control de calidad con ensayos de campo y/o laboratorio.

10. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los resultados de las exploraciones de campo y la experiencia obtenida de otros estudios realizados en el sector. Si durante la etapa de construcción se encuentran condiciones diferentes a las descritas como típicas en el presente informe, se dará aviso al Ingeniero para complementar las conclusiones y recomendaciones.

Cordialmente,



JORGE HUMBERTO RESTREPO S.
Ingeniero Civil
Mat. Prof. 05202104445

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

ANEXOS

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o:	P1 - M1
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	3.00m
DESCRIPCIÓN	Limo arcilloso café oscuro	FECHA:	noviembre de 2013

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

N ^o de Golpes	40	30	23
Recipiente N ^o	5	1	7
P1	15.62	17.50	17.52
P2	12.23	13.12	13.00
P3	6.70	6.40	6.56
% Humedad	61.42	65.30	70.19

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N ^o	P1	P2	P3

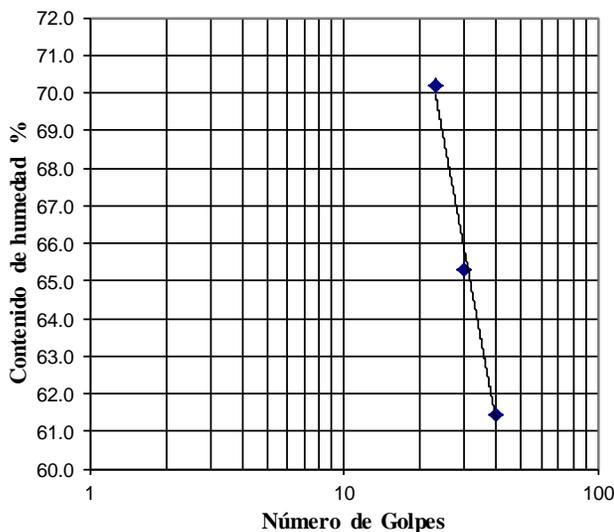
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N ^o	3	4	
P1	11.94	12.00	
P2	10.40	10.43	
P3	6.52	6.45	
% Humedad	39.69	39.45	

GRADACIÓN

P1grs	74.5			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	1.5	2.0	2.0	98.0
FONDO	73.0	98.0	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	%	69.0
Límite Plástico	%	39.5
Índice de Plasticidad	%	29.5
Índice de Grupo		19.80
A.A.S.H.T.O.		A - 7 - 5
U.S.C.		MH

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL : 45.4%

**JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93**

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o:	P1-M2
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	6.00m
DESCRIPCIÓN	Limo arcilloso café oscuro	FECHA:	noviembre de 2013

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO**

N _o de Golpes	40	33	23
Recipiente N _o	9	7	37
P1	11.2	19	16.5
P2	9.81	14.60	12.78
P3	6.52	6.66	7.53
% Humedad	42.25	55.47	70.82

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N _o	P1	P2	P3
W (%)			

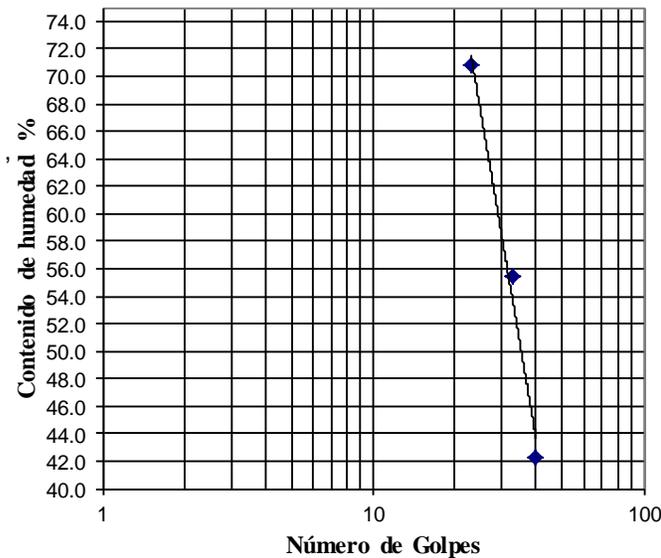
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N _o	11	12	
P1	11.74	13.10	
P2	10.32	11.20	
P3	6.65	6.55	
% Humedad	38.69	40.86	

GRADACIÓN

P1grs	98.5			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	2.1	2.1	2.1	97.9
FONDO	96.4	97.9	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	%	<u>67.0</u>
Límite Plástico	%	<u>39.8</u>
Índice de Plasticidad	%	<u>27.2</u>
Índice de Grupo		<u>18.89</u>
A.A.S.H.T.O.		<u>A - 7 - 5</u>
U.S.C.		<u>MH</u>

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL : 36.8%

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o.	P - 2, M - 1
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	2,35mts.
DESCRIPCIÓN	Limo arcilloso con mts cafés y gris	FECHA:	noviembre de 2013

LÍMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO

N _o de Golpes	41	30	21
Recipiente N _o	9	15	4
P1	17.67	17.15	16.6
P2	12.72	12.45	12.00
P3	6.20	6.55	6.38
% Humedad	75.92	79.66	82.03

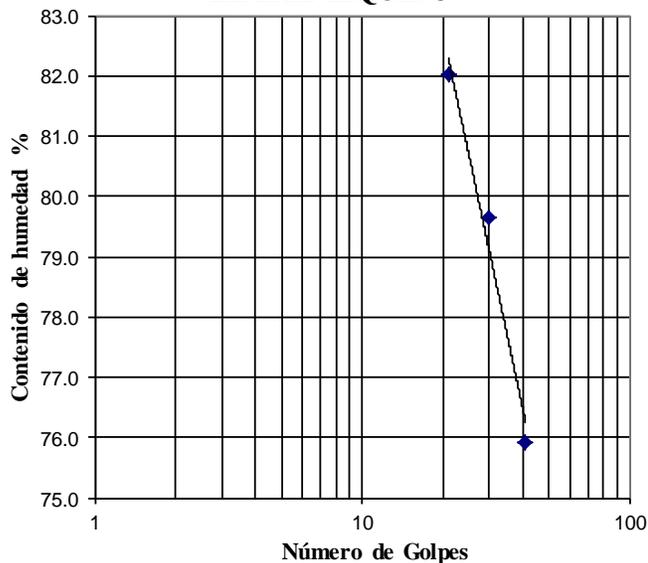
HUMEDAD NATURAL			
Recipiente N _o	P1	P2	P3
	W (%)		

LÍMITE PLÁSTICO			
Recipiente N _o	21	15	
P1	14.17	14.00	
P2	11.86	11.22	
P3	6.45	6.52	
% Humedad	42.70	59.15	

GRADACIÓN

P1grs	87.4			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	1.2	1.4	1.4	98.6
FONDO	86.2	98.6	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	%	81.5
Límite Plástico	%	50.9
Índice de Plasticidad	%	30.6
Índice de Grupo		20.00
A.A.S.H.T.O.		A - 7 - 5
U.S.C.		MH

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL : 48.4%

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o:	P2, M2
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	6.00 mts.
DESCRIPCIÓN	Arcilla limosa y arenosa café con motas grises	FECHA:	noviembre de 2013

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

N ^o de Golpes	40	30	20
Recipiente N ^o	23	24	12
P1	15.35	16.18	15.17
P2	11.60	12.05	11.30
P3	6.42	6.75	6.60
% Humedad	72.34	77.96	82.42

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N ^o	P1	P2	P3
W (%)			

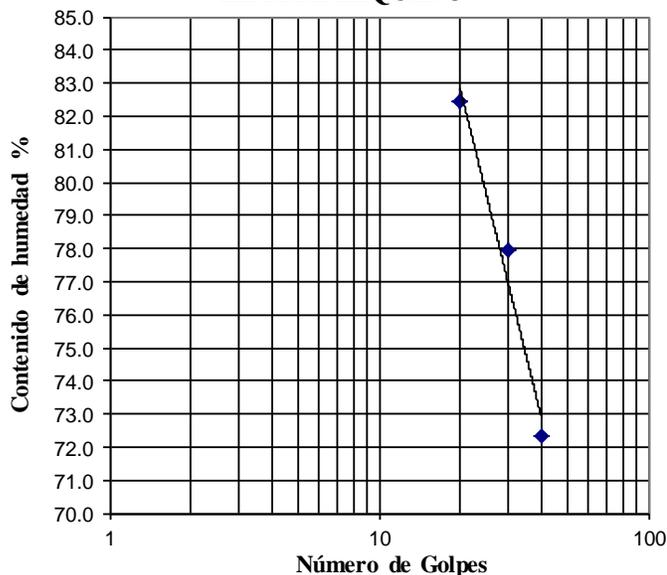
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N ^o	7	9	
P1	11.40	11.65	
P2	9.92	10.10	
P3	6.40	6.51	
% Humedad	42.05	43.18	

GRADACIÓN

P1grs	83.8			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	0.6	0.7	0.7	99.3
FONDO	83.2	99.3	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	%	<u>80.0</u>
Límite Plástico	%	<u>42.6</u>
Índice de Plasticidad	%	<u>37.4</u>
Índice de Grupo		<u>20.00</u>
A.A.S.H.T.O.		<u>A - 7 - 5</u>
U.S.C.		<u>MH</u>

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL :	<u>37.8%</u>
-------------------	--------------

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o:	P - 3, M - 1
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	3.0 mts.
DESCRIPCIÓN	limo - Arcilla arenosa color café claro con motas amarillas	FECHA:	noviembre de 2013

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

N ^o de Golpes	38	29	22
Recipiente N ^o	1	3	7
P1	17.29	18.65	17.35
P2	13.00	13.70	12.67
P3	6.50	6.50	6.50
% Humedad	66.00	68.75	75.85

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N ^o	P1	P2	P3
W (%)			

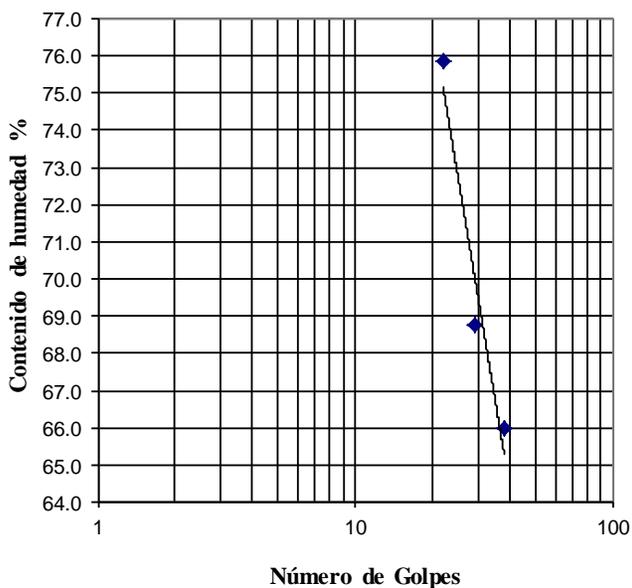
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N ^o	8	4	
P1	14.63	15.20	
P2	12.46	12.05	
P3	6.50	6.45	
% Humedad	36.41	56.25	

GRADACIÓN

P1grs	58.1			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	0.3	0.5	0.5	99.5
FONDO	57.8	99.5	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Limite Líquido	%	73.0
Limite Plástico	%	46.3
Índice de Plasticidad	%	26.7
Índice de Grupo		18.67
A.A.S.H.T.O.		A - 7 - 5
U.S.C.		CH

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL :	47.3%
-------------------	-------

JORGE HUMBERTO RESTREPO
INGENIERO CIVIL
TEL 8 28 17 07 – 310 841 51 93

CLASIFICACIÓN Y LÍMITES

OBRA:	CENTRO DE DESARROLLO INFANTIL	MUESTRA N^o:	P3 -, M-2
LOCALIZACIÓN	BARRIO 20 DE ENERO	PROF	6.00 mts.
DESCRIPCIÓN	Limo arcilloso café con motas amarillas	FECHA:	noviembre de 2013

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

N ^o de Golpes	36	27	21
Recipiente N ^o	8	10	11
P1	17.23	17.05	17.22
P2	12.66	12.42	12.38
P3	6.50	6.45	6.45
% Humedad	74.22	77.56	81.73

HUMEDAD NATURAL

Recipiente N ^o	P1	P2	P3
W (%)			

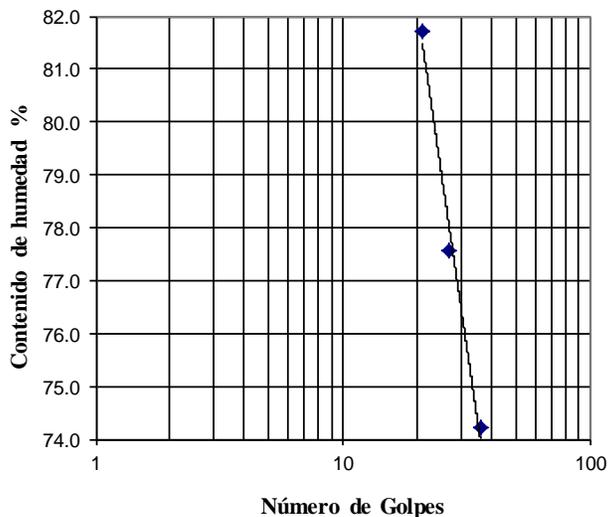
LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N ^o	31	15	
P1	10.57	11.20	
P2	8.66	9.32	
P3	4.50	4.50	
% Humedad	45.87	38.95	

GRADACIÓN

P1grs	40.9			
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
100	0.0	0.0	0.0	100.0
200	0.5	1.2	1.2	98.8
FONDO	40.4	98.8	100.0	0.0

LÍMITE LÍQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido	%	79.5
Límite Plástico	%	42.4
Índice de Plasticidad	%	37.1
Índice de Grupo		20.00
A.A.S.H.T.O.		A - 7 - 5
U.S.C.		MH

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL :	55.5%
-------------------	-------